CURIERUL de Fizică nr 79

Publicația Fundației Horia Hulubei și a Societății Române de Fizică • Anul XXVI • Nr. 1 (79) • Iunie 2015

Curierul de Fizică își propune să se adreseze întregii comunități științifice/universitare din țară și diaspora !

Gheorghe Țițeica, geometru român cu faimă internațională (1873 - 1939)

Gheorghe Țițeica este fondatorul școlii românești de geometrie diferențială și unul dintre cei mai mari matematicieni ai lumii. Om de o mare valoare morală și intelectuală, Țițeica rămâne în istorie nu doar prin rezultate științifice remarcabile, dar și prin aura sa de excepțional pedagog. A publicat sute de articole științifice de-a lungul vieții și a desfășurat o bogată activitate academică [1]. *„Istoria matematicii în România"* consemnează aproximativ 400 de lucrări de matematică, tehnică și cultură, care îl au ca autor pe marele matematician român Gheorghe Țițeica [2].

Repere biografice

Gheorghe Țițeica s-a născut pe 4 octombrie 1873 în orașul Turnu Severin. Despre tatăl său se știe că a fost fochist pe vapoarele dunărene și a murit de timpuriu. Rămas orfan la vârsta de opt ani, micuțul se canalizează pe studiu și se remarcă încă din clasele primare prin rezultate foarte bune la învățătură. De subliniat faptul că manifestă un deosebit interes atât pentru știință, cât și pentru literatură și muzică. Pentru toți era evident că Gheorghe este un copil foarte înzestrat intelectual, motiv pentru care, în toamna anului 1885, învățătorul lui îl îndrumă spre unul dintre liceele de prestigiu ale orașului Craiova, actualul Colegiu Național „Carol I". Și aici se evidențiază de la bun început prin cunoștințe solide și o deosebită aplecare spre carte. În anii de studiu își aduce contribuția la revista școlii, redactând rubrica de matematică și scriind studii literare și filosofice. Pe lângă timpul alocat cu multă seriozitate pregătirii școlare, adolescentul studiază cu perseverență și vioara, împletind astfel muzica și știința. Instrumentul muzical devine în timp pentru acesta o mare pasiune și rămâne o permanentă modalitate de relaxare și evadare din cotidian pe tot parcursul vieții. Orașul Craiova, un important centru

continuare în pag. 2 ➲

Din CUPRINS

5	Gh. VĂSARU	Viitorul energiei nucleare
10	* * *	Laureații Premiului Nobel 2014 pentru fizică
11	* * *	Laureații Premiului Nobel 2014 pentru chimie
16	Mircea Morariu	Physics Web

Nota Redacției O scriere semnată, menționată aici sau inserată în paginile publicației, poartă responsabilitatea autorului. Celelalte note – nesemnate – ca și editorialul, sunt scrise de către redacție și reprezintă punctul de vedere al acesteia.

EDITURA HORIA HULUBEI

cultural al României încă de pe atunci, i se potrivește tânărului polivalent, foarte aplecat spre muzică și arte [3], [4], [5], [6], [7].

După absolvirea liceului obține prin examen o bursă la Școala Normală Superioară din București și se înscrie în paralel și la Facultatea de Științe, Departamentul de matematică, unde urmează cursurile unor profesori de renume: David Emmanuel, Spiru Haret, Constantin Gogu, Dimitrie Petrescu și generalul Iacob Lahovary.

În iunie 1895 obține licența în matematică iar în toamna aceluiași an devine profesor suplinitor la Seminarul teologic „Sf. Nifon" din București. După vacanța de vară (1896), în care își susține examenul de profesor pentru ciclul secundar este numit, în urma unui concurs, profesor de matematică la Liceul „Vasile Alecsandri" din Galați, unde nu va profesa însă, pentru că în 1897 obține o bursă la Școala Normală Superioară din capitala Franței. Apreciat pentru pregătirea sa excepțională și calitățile de cercetător, fusese sfătuit de către profesori și prieteni să meargă la Paris pentru a-și continua studiile. Pe atunci nu se putea obține o calificare pentru a preda în învățământul superior decât într-un centru universitar din Occident. Dintre colegii lui, care i-au devenit și apropiați prieteni, îi menționăm pe Henry Lebesque și Paul Montel. La Paris are șansa de a audia cursurile unor matematicieni de mare renume, precum: Darboux, Picard, Poincaré, Appell, Goursat, Hadamard și Borel. Anii petrecuți la Paris sunt înfloritori pentru Țițeica. În compania unor prieteni cu abilități matematice remarcabile și a unor profesori de excepție, tânărul matematician are rezultate științifice pe măsură. În 1898 publică trei lucrări științifice: *„Sur une théorème de M. Cosserat"*, *„Sur les systèmes orthogonaux"* și *„Sur les systèmes cycliques"*. În anul următor publică șapte lucrări, inclusiv teza de doctorat *„Sur les congruences cycliques et sur les systèmes triplement conjugués"*. Susținerea tezei are loc pe 30 iunie 1899 la Facultatea de Științe, în fața unei comisii de examinare conduse de matematicianul Gaston Darboux. Țițeica devine astfel cel de-al cincilea român doctor în matematici al Universității Sorbona din Paris, după Spiru Haret, David Emanuel, Constantin Gogu și Nicolae Coculescu.

Întors în țară după susținerea tezei, Țițeica este numit profesor asistent la Universitatea din București, unde predă cursul de calcul diferențial și integral. Pe 3 mai 1903 devine profesor titular de geometrie analitică și trigonometrie sferică. Gheorghe Țițeica predă matematică și la Universitatea Politehnică din București începând cu anul 1928.

Eruditul profesor și om de știință moare pe 5 februarie 1939, la București, la vârsta de 65 de ani, în plină activitate. Țițeica a avut trei copii: Radu, Gabriela și Șerban, care au devenit toți trei profesori universitari. Radu și-a dat doctoratul la Paris (1936) cu laureatul Premiului Nobel, Jean Perrin, devenind profesor la Timișoara, Cluj, București și Ploiești; Gabriela a devenit profesor universitar la Universitatea Politehnică din București, iar Șerban, care și-a susținut doctoratul în 1934 la Leipzig, cu alt laureat al Premiului Nobel, Werner Heisenberg, a devenit profesor de Fizică teoretică la Universitatea din București.

Principalele contribuții științifice

Gheorghe Țițeica a adus o contribuție importantă în domeniul geometriei diferențiale. Continuând cercetările științifice ale geometrului american de origine germană, Ernest Wilczynski, Țițeica a descoperit noi clase de suprafețe și curbe care îi poartă numele. El a pus bazele unui nou capitol în matematică și anume geometria diferențială afină. Totodată, a studiat rețele din spațiul *n*-dimensional, definite prin ecuații Laplace [3], [8].

Una dintre cărțile sale de referință, *„Géométrie différentielle projective des réseaux"* a fost publicată în 1923 și reunește o serie de rezultate originale. Aceste rezultate au fost obținute prin cercetări asidue în domeniul teoriei deformării suprafețelor în spațiul euclidian tridimensional. Peste patru ani a văzut lumina tiparului o nouă carte de referință, „*The projective differential geometry of lattices*". De menționat este faptul că de-a lungul timpului Gheorghe Țițeica a publicat cărți și articole și sub numele George/Georges Tzitzeica.

Ecuația Țițeica

În 1908, Țițeica a demonstrat că pentru o anumită clasă de suprafețe în spațiul euclidian, raportul dintre curbura Gauss și puterea a patra a distanței de la origine la planul tangent într-un punct dat este constant. Aceste suprafețe sunt cunoscute astăzi ca sfere afine cu centrul în O și sunt descrise de ecuația ce-i poartă numele. Aceasta este:

$$u_{tx} = e^{u} - e^{-2u},$$

unde *u(x,t)* este o funcție de două variabile, iar indicii reprezintă derivarea parțială în raport cu *x* și *t*. Aceasta este o ecuație cu derivate parțiale, hiperbolică neliniară, folosită de Țițeica pentru caracterizarea suprafețelor amintite anterior. Partea frumoasă este că această ecuație, găsită în context de matematică pură, a fost redescoperită în anii `80 de către Dodd și Bulough, care au observat că este o ecuație specială, având un număr mare de integrale prime (legi de conservare) atașate. Ulterior, Mikhailov reia această ecuație și găsește că are practic un număr infinit de legi de conservare atașate și este prin urmare un sistem hamiltonian

infinit dimensional complet integrabil. Cheia acestui fapt reprezintă simetriile ascunse rezultate din proprietatea că ecuația se poate scrie ca un comutator de doi operatori diferențiali liniari matriciali, adică:

$$u_{tx} - (e^{u} - e^{-2u}) = [L_1, L_2] = 0.$$

Această scriere operatorială a permis calculul soluției exacte a ecuației Țițeica sub formă de suprapunere arbitrară de solitoni cu parametrii arbitrari [10]. Ideea de a atașa niște operatori liniari unei ecuații neliniare de evoluție este relativ nouă, fiind introdusă la începutul anilor `70 de Lax, Zabuski și Kruskal. Ceea ce este absolut remarcabil este că Țițeica însuși a observat acest fapt încă din 1908, el demonstrând că ecuația sa este o compatibilitate de două ecuații liniare care sunt echivalente cu operatorii L_1 și L_2 găsiți independent de Mikhailov mulți ani mai târziu. Deci, practic, integrabilitatea ecuației a fost demonstrată de Țițeica cu mult timp înainte ca acest concept de integrabilitate să apară. În plus, ecuația Țițeica deja și-a găsit aplicații fizice în hidrodinamică. Astfel, Kraenkel, Manna și Leblond au arătat anul trecut că ecuația Țițeica este ecuația care guvernează asimptotic undele de suprafață în ape adânci [9]. Deoarece metoda lor este una asimptotică generală, care se aplică la orice sistem cu dispersie și neliniaritate, ecuația Țițeica va putea astfel fi aplicată în multe alte procese fizice neliniare.

Funcții, titluri și distincții

Așa cum am menționat anterior, Gheorghe Țițeica a fost profesor la Universitatea din București și la Politehnică. În anii 1926, 1930 și 1937 a ținut o serie de cursuri ca profesor titular la Facultatea de Științe Sorbona din Paris. A susținut, de asemenea, cursuri și la Universitatea din Bruxelles în 1926 și la Universitatea din Roma în 1927 [3].

Dincolo de activitatea academică și de cercetare științifică, Gheorghe Țițeica a investit timp și în mai multe reviste științifice. Împreună cu Ion Ionescu, A. Ioachimescu și V. Cristescu, a înființat revista „*Gazeta matematică*", iar cu G. G. Longinescu publicația „*Natura*" pentru răspândirea științelor. Este și editorul revistei „*Mathematica*" alături de D. Pompeiu.

Membru corespondent al Academiei Române din 1909, Gheorghe Țițeica a fost ales pe 15 mai 1913, la vârsta de 40 de ani, după moartea lui Spiru Haret, membru permanent al Academiei Române. De-a lungul timpului a deținut o serie de funcții în cel mai înalt for științific al țării: a devenit vice-președinte al secțiunii științifice în 1922, vice-președinte al Academiei Române în 1928 și secretar general în 1929.

Omul de știință Gheorghe Țițeica a deținut de mai multe ori funcția de președinte al „Asociației de

Matematică a României", al „Asociației Române de științe" și al „Asociației de Dezvoltare și Răspândire a științelor". A fost și vice-președinte al „Asociației Politehnice a României" și membru al Consiliului Superior al Instrucțiunii Publice.

Și în afara țării a obținut o serie de titluri și distincții: în 1930 a fost ales membru corespondent al Academiei de științe Maryland; în 1934 a devenit membru al Societății regale de științe din Liège și tot în 1934 Universitatea din Varșovia i-a decernat titlul de Doctor Honoris Causa. De menționat este și faptul că a deținut de trei ori președinția secțiunii de geometrie a Congresului Internațional de matematică: la Toronto (1924), Zürich (1932) și Oslo (1936).

Cercetarea științifică desfășurată, numeroasele articole publicate, activitatea academică cu prelegeri de o claritate și precizie extraordinare au contribuit la ridicarea nivelului învățământului matematic din România. Gheorghe Țițeica se înscrie fără discuție în elita intelectualilor români de talie mondială, care au avut un cuvânt important de spus la progresul științei. Ecuația ce-i poartă numele și celelalte contribuții originale în domeniul geometriei diferențiale constituie și astăzi subiecte de interes pentru cercetători din întreaga lume.

Bibliografie

[1] G. T. Pripoae, R. Gogu, *Gheorghe Tzitzeica - an incomplete bibliography*, Balkan Journal of Geometry and Its Applications **10**(1):32–56 (2005).

continuare în pag. 4 ➲

Îngrijorarea Societății Europene de Fizică privind bugetul programului Orizont 2020

Societatea Europeană de Fizică (SEF) a reacționat la planurile de a diminua cu 2,7 miliarde euro bugetul de 80 de miliarde euro al programului Orizont 2020, program de finanțare a cercetării principale a Uniunii Europene (UE) și a folosi în schimb banii la susținerea finanțării unei noi inițiative de stimulare economică a UE. Într-o scrisoare către președintele Comisiei Europene, Jean-Claude Junker, semnată de președintele SEF, John Gudley și președintele ales SEF, Christophe Rossel, se face cunoscut că ignorarea "importanței cercetării și dezvoltării ca instrumente cheie ale prosperității trimite un mesaj negativ comunităților științifice care sunt esențiale pentru viitorul Europei". Inițiativa stimulării economice, care a fost anunțată în decembrie, anul trecut, de către Juncker și care oficial se numește European Fund for Strategic Investment (EFSI), are ca scop susținerea regiunilor economice europene mai slabe și sprijinirea serviciilor. Pentru a finanța EFSI, bugetul Orizont 2020 ar fi diminuat cu 70 milioane euro în 2015, 860 milioane euro în 2016, 871 milioane euro în 2017, 479 milioane euro în 2018, 150 milioane euro în 2019 și 270 milioane în 2020. Printre cei mai afectați de această reducere ar fi European Institute of Innovation and Technology din Budapesta cu un total de 350 milioane euro, în timp ce European Research Council (ERC), care oferă granturi cercetătorilor individuali, ar avea diminuată finanțarea sa cu 221 milioane euro.

Juncker a căutat să liniștească temerile cercetătorilor afirmând că de investițiile EFSI va beneficia și cercetarea. În timp ce Comisia Europeană a declarat că ar dori ca EFSI să devină operațional în următoarele luni, planul are încă nevoie de aprobarea oficială a Parlamentului European și Consiliului European. Scrisoarea SEF către Juncker, datată 16 februarie, nu-l chestionează direct pe Juncker privind reconsiderarea planului său de redirecționare a banilor Orizont 2020 spre EFST, ci face aluzie la implicațiile politice, notând că SEF cuprinde 42 de societăți membre din toată Europa și reprezintă interesele a 130.000 de fizicieni. În scrisoare se mai spune: "Noi stăruim ca Dv. să trimiteți un semnal clar comunității științifice a încredințării Dv. ferme de susținere a cercetării științifice și cooperării în Europa".

Scrisoarea subliniază, de asemenea, beneficiile fizicii care joacă un rol important în economia Europei prin serviciile aduse pentru 15,4 milioane de oameni de pe întregul continent în 2010 și generarea a 3800 miliarde euro returnați. SEF este în mod particular afectată de tăierile bugetului ERC, afirmând că ar putea conduce la reducerea cheltuielilor a mai mult de 150 granturi ERC, care ar anula fondurile a 150 de oameni de știință europeni. "Această pierdere a susținerii va conduce la un declin al capacității Europei de a atrage cercetători de prim rang și de a concura la scară globală" se mai spune în scrisoare.

Câteva alte organizații științifice și academice au scris, de asemenea, fie scrisori de protest către Juncker, fie au editat comunicate publice, printre ele fiind European Association for Chemical and Molecular Sciences, League of European Research Universities și European University Association.

➲ *continuare din pag. 3*

[2] G. St. Andonie, *Istoria matematicii în România*, Editura Științifică, București, 1967.
[3] J. J. O'Connor, E. F. Robertson, *Gheorghe Țițeica,* MacTutor History of Mathematics archive, University of St Andrews.
[4] E. Otlăcan, *Un reper în știința și cultura românilor: Gheorghe Țițeica (1873–1939),* Studii și comunicări/ DIS, vol. VI, (2013).
[5] http://en.wikipedia.org/wiki/Gheorghe_%C8%9Ai%C8%9Beica
[6] http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/Biographies/Titeica.html
[7] http://www.observatorcultural.ro/BIFURCATII.-Gheorghe-Titeica*articleID_29764-articles_details.html
[8] A. F. Agnew, Alexandru Bobe, Wladimir G. Boskoff, Bogdan D. Suceavă, *Gheorghe Țițeica and the origins of affine differential geometry*, Historia Mathematica **36,** 161–170 (2009).
[9] R. A. Kraenkel, H. Leblond și M. A. Manna, *An integrable evolution equation for surface waves in deep water*, Jour. Phys. A: Math. Theor. **47**, 025208, (2014).
[10] N. Corina Babalic, R. Constantinescu, V. S. Gerdjikov, *On Tzitzeica equation and spectral properties of related Lax operators,* Balkan Journal of Geometry and Its Applications **19**, 2, 11-22 (2014).

Dr. Nicoleta-Corina Băbălîc,
Dr. Adrian-Ștefan Cârstea *(IFIN-HH)*

Viitorul energiei nucleare

***Motto**: „Civilizația umană va întâmpina rapid o serie de dificultăți ce nu vor putea fi depășite dacă se vor întreprinde schimbări radicale în orientarea modului în care omul se ocupă de problemele energiei. Energia nucleară oferă o soluție pentru rezolvarea cu succes a acestei crize. Fără ea nu există nici o îndoială că civilizația, din câte o cunoaștem, s-ar împotmoli, încetul cu încetul. Cu ea, nu numai că vom fi în stare să ridicăm o mare parte a populației lumii la un nivel decent de viață, ci vom fi în măsură să propulsăm întreaga omenire într-o eră de nou progres uman, desfășurat în deplină armonie cu mediul natural înconjurător, pe care trebuie să-l condiționeze și să-l susțină."*

***Glenn T. SEABORG**, Laureat al Premiului Nobel*

Viitorul energiei nucleare depinde de influența reciprocă dintre patru factori – creșterea necesităților de energie, costuri competitive cu alte surse de combustibil, considerațiuni legate de mediul înconjurător și chestiuni de atitudine și percepție a publicului.

În funcție de rezolvarea satisfăcătoare a acestor factori și de progresele tehnologice, pot fi preconizate multe aplicații noi și extinse ale energiei nucleare, incluzând producerea hidrogenului, desalinizarea apei de mare și producția lărgită de izotopi pentru scopuri medicale.

Multe cercetări se află în curs de desfășurare pentru a dezvolta aceste aplicații potențiale și a îmbunătăți performanța sistemelor de energie nucleară.

La finele anului 2011, (conform *ELECNUC – Les centrales nucleaires dans le monde, edition 2012, CEA),* capacitatea de generare a celor 443 centrale electro-nucleare existente, reprezenta 369 GWe (~ 17 % din producția de electricitate la scală mondială). O mare parte din această capacitate era deja instalată în anul 1990. De atunci, deși o serie de centrale continuă să devină online, unele au ieșit din uz datorită atât îmbătrânirii, cât și accidentului nuclear de la Fukushima-Daichi care a scos din funcțiune 4 reactori, având drept consecință, oprirea unor capacități de producție cumulată de 11 GWe în Japonia și Germania. Prognozele guvernelor naționale relativ la această capacitate sugerează un tablou relativ stabil și probabil că numai după anul 2020, capacitățile nucleare preconizate și instalate vor fi cuprinse între 334 - 466 GWe, față de prezent.

Pe baza tendințelor actuale și în ciuda creșterii longevității surselor existente, vor apare însă variații considerabile în aceste proiecte. În Europa de Vest, cel puțin, aceasta va fi numai o problemă de timp, înaintea unei reduceri treptate a capacităților instalate. În Orientul îndepărtat, în schimb, se experimentează o dezvoltare puternică a interesului pentru nuclear, prin continuarea proiectelor cu China, Republica Coreea și Japonia, toate fiind angajate în construcția de instalații multiple. Europa de Est – în particular Rusia și Ukraina – experimentează, de asemenea, o astfel de dezvoltare, deși scoaterea planificată din funcțiune a instalațiilor vechi din alte țări va compensa aceste capacități de producere suplimentare. Perspectiva din America de Nord este nesigură. Aici, în această perioadă, se efectuează o reevaluare semnificativă energiei nucleare, de al cărei rezultat va depinde, probabil, viitorul acestei surse de energie.

Dintr-o multitudine de motive, dezvoltarea viitoare a energiei nucleare va depinde de factori ce sunt, deocamdată, dificil de prevăzut, inclusiv atitudinea publicului. În cazul în care problema constă numai din factori economici, fără modificări în atitudinile curente, costurile de construcție și de generare joase vor conduce, într-o piață instabilă și înalt competitivă, la o situație în care instalațiile existente vor fi operate profitabil până la epuizare și nu înlocuite.

Creșterea necesităților mondiale de energie va continua să solicite decizii de construcție de instalații noi, iar acest scenariu limită ar putea fi afectat pozitiv sau negativ, de o serie de factori ca:

- problemele legate de mediu; în funcție de măsura în care energia nucleară este percepută ca benefică în acțiunea de reducere a gazelor de seră;
- preocupările legate de securitatea asigurării cu combustibil;
- preocupările legate de proliferarea armelor nucleare;
- competitivitatea de costuri a noilor centrale electro-nucleare în raport cu alte surse de energie, inclusiv cele „regenerabile";
- atitudinile publicului față de siguranța energiei nucleare și planurile propuse pentru depozitarea deșeurilor;
- măsura în care tehnologiile avansate pot altera competitivitatea relativă a diferitelor surse de energie.

Aplicațiile alternative ale energiei nucleare

Până în prezent, energia nucleară a fost utilizată aproape exclusiv pentru producerea electricității. Există însă și alte aplicații potențiale, ale căror extindere va deveni importantă, influențând pozitiv viitorul energiei nucleare.

Producerea hidrogenului

Hidrogenul reprezintă deja un vector industrial important, cu un consum mondial anual de ~ 45 milioane tone. Utilizările sale sunt, cu precădere, în producerea de chimicale, fertilizatori și rafinarea țițeiului, domenii în care se așteaptă ca necesitățile acestuia să crească semnificativ, pe măsură ce stocurile de petrol scad și necesitățile de combustibili mai curați sunt din ce în ce mai presante.

Hidrogenul prezintă, de asemenea, un potențial ridicat ca și combustibil „curat". O mare parte a cercetărilor urmăresc posibilitatea hidrogenului de a înlocui combustibilii fosili utilizați de motoarele mijloacelor de transport – aceasta fiind acum componenta cu cea mai rapidă dezvoltare a solicitărilor mondiale de energie. Dacă acest lucru se va dovedi a fi de succes, cererea de hidrogen se va lărgi dramatic. Dar, deocamdată, producția sa implică utilizarea gazului natural, care este el însuși, o sursă de carbon. Așadar, înainte de a trece testul de „susținere" și în ciuda disponibilității sale inepuizabile, este necesară elaborarea unor metode noi, eficiente și economice, care să permită producerea hidrogenului direct din apă, fără a se mai utiliza în acest scop combustibili fosili.

Energia nucleară poate deveni o sursă de hidrogen „susținută", fie prin producerea temperaturilor înalte necesare, fie prin electricitate. Raportul NEA (Nuclear Energy Agency) asupra producerii hidrogenului pe cale nucleară *(The NEA Report on Nuclear Production of Hydrogen, 2001)*, conchide că: *„Producția nucleară a hidrogenului deține potențialul de a contribui semnificativ la furnizările de energie la nivel global ale secolului XXI. Producția de hidrogen prin cracarea apei și prin conversia asistată nuclear a surselor de alimentare fosile este tehnic posibilă și poate furniza energie într-un mod care va diminua producția globală a gazului de seră".*

Câteva tipuri de reactori de înaltă temperatură pot asigura temperaturi apropiate de 1000°C necesare pentru producerea directă a hidrogenului, cum sunt reactorii cu gaz de înaltă temperatură sau reactorii cu metale topite. Cercetările și dezvoltările legate de utilizarea energiei nucleare pentru producerea hidrogenului se află în curs de derulare într-un număr de țări și prin câteva agenții internaționale. Dintre acestea amintim NEA și AIEA, care urmăresc și susțin acest rol potențial deosebit de important pentru viitorul energiei nucleare.

Desalinizarea apei de mare

Apa proaspătă de calitate necesară este esențială pentru viață. În multe părți ale lumii, în particular în Africa, Asia și Orientul Mijlociu există mari dificultăți în asigurarea necesităților acute de apă ale agriculturii, industriei, dezvoltării urbane și populației aflată în creștere continuă.

Purificarea apei de mare necesită cantități considerabile de căldură. Instalații de desalinizare alimentate nuclear se află deja în funcțiune în Japonia și SUA. Acestea asigură în special apa pură pentru utilizări la nivel local, dar nu pentru consumul la scală mare. Cu toate acestea ele au demonstrat că, pe măsură ce solicitările de desalinizare cresc, energia nucleară reprezintă o alternativă viabilă la combustibilii fosili utilizați ca sursă de căldură. Au prezentat interes pentru această posibilitate: Argentina, China, India, Marocul, Pakistanul, Republica Coreea și Federația Rusă.

Incălziri industriale și rezidențiale

Una dintre aplicațiile energiei nucleare care a existat de la început și care are tendința de a crește și în viitor constă în utilizarea căldurii reactorului pentru a produce apă caldă sau vapori, pentru scopuri de încălzire industrială sau rezidențială (termoficare). Experiență importantă în acest domeniu dețin: Bulgaria, Canada, China, Germania, Ungaria, Japonia, Kazakhstan, Federația Rusă, Republica Slovacă, Elveția, Ukraina și SUA. La nivel mondial, aproximativ 1 % din căldura generată în reactorii nucleari este utilizată în acest fel. Dezvoltarea reactorilor de dimensiune medie și mică, în special pentru scopuri de termoficare, ar putea stimula această posibilitate de termoficare. Ea este urmărită cu succes în China și Federația Rusă.

Producerea de izotopi

Atât isotopii radioactivi cât și cei stabili sunt aplicați pe scală largă, în particular în medicină, industrie, agricultură, procesarea alimentelor și cercetare. În anul 2000, izotopii erau produși de peste 70 de reactori de cercetare și de putere, din peste 60 de țări.

În multe aplicații, izotopii nu au substituenți și în majoritatea lor sunt mai eficienți și mai ieftini decât alternativele existente. Deocamdată, ei rezultă ca produși secundari ai activității de cercetare, dar pe viitor se preconizează construcția unui anumit număr de reactori destinați special producției de izotopi. Pentru a ilustra importanța și diversitatea lor, vom face o scurtă trecere în revistă a utilizărilor mai reprezentative.

Aplicațiile medicale

Izotopii au fost utilizați curent în medicină de peste 30 de ani, iar acum, anual, la scală mondială, sunt aplicați în peste 30 de milioane de procedee medicale critice. Ei sunt utilizați intensiv în detectarea tumori-

lor și într-o largă varietate de tulburări (ca bolile cardiologice). Diagnosticarea se face cu ajutorul camerelor imagistice gamma. Cel mai important izotop pentru aceste scopuri este technețiul - 99, produs în reactor. În lume există în funcțiune peste 20.000 de camere imagistice gamma, din care ~ 70 % utilizează technețiul - 99.

În terapie, implantarea în corp a surselor radioactive sigilate, (*brachyterapie sau radioterapie cu surse sigilate)* a fost utilizată pentru tratarea cancerelor de col, uter, sâni, plămâni, pancreas, prostată și esofag. Izotopii importanți pentru aceste scopuri sunt iodul - 125 și paladiul - 103, ambii fiind produși în reactor. La nivel mondial, brachyterapia este utilizată pentru tratarea cancerului în ~ 3.000 centre oncologice specializate, în sute de mii de proceduri anual.

Agricultură și industrie

Industria este un mare utilizator al izotopilor, în principal în instrumentație și echipamente de proces. Aplicațiile includ instrumentație analitică și de securitate, măsurători de poluare, măsurători fizice, iradierea alimentelor și controlul nedistructiv. Iradierea alimentelor a fost aplicată cu succes la condimente, fructe, grâne, carne, pește și carnea de pasăre. Printre cei care au sprijinit aceste aplicații se numără Organizația mondială a sănătății *(the World Health Organization)* și Administrația Statelor Unite pentru alimente și medicamente *(the US Food and Drug Administration).* Numărul țărilor care au acceptat aceste aplicații, ca o măsură de îmbunătățire a securității și valorii nutriționale a alimentelor, este în continuă creștere.

Perspective în utilizarea izotopilor

Perspectivele legate de utilizarea izotopilor nu sunt ușor de definit, deoarece ele variază de la un sector la altul, precum și de la o regiune la alta, cu un oarecare declin în importanță față de alte alternative aflate în dezvoltare. În domeniul medical, luat ca un întreg, utilizarea izotopilor este în creștere, într-un domeniu larg de aplicații. Tendințele variază însă pentru fiecare aplicație specifică. De exemplu, terapia cu cobalt, controlată de la distanță, va fi, progresiv, din ce în ce mai puțin aplicată, în favoarea utilizării izotopilor în brachyterapie, pentru care se prevede o puternică dezvoltare. Dezvoltarea de aplicații noi va crea solicitări suplimentare de izotopi aflați deja în uz sau de izotopi noi.

Pentru aplicațiile industriale, în general, cerințele de izotopi sunt relativ stabile. Insă, dacă iradierea alimentelor se va răspândi foarte mult, vor crește corespunzător și necesitățile de cobalt radioactiv.

Deoarece mulți dintre acești izotopi pot fi produși în acceleratori, este dificil de prevăzut cum se vor reflecta schimbările în cererile de izotopi, ca o necesitate pentru capacitățile de producție bazate pe reactorii noi.

Cercetarea și dezvoltarea

Cercetarea și dezvoltarea, care s-au dovedit esențiale pe tot parcursul existenței lor, pentru toate aplicațiile energiei nucleare, au constituit mijloacele prin care au fost realizate multe progrese importante în cunoașterea umană. În context nuclear, dintre multiplele domenii al interesului cercetării și dezvoltării, trei teme dominante sunt acum vizibile: reactorii avansați și ciclurile de combustibil; tratarea avansată a deșeurilor și suportul pentru operări în deplină securitate. Cercetările sunt efectuate de academii, guverne (inclusiv autoritățile reglementatoare) și industrie, singure sau în combinații și cu un accent crescut pe colaborarea internațională în cercetarea și dezvoltarea nucleară.

Reactorii avansați și ciclurile de combustibil

Reactorii cu apă ușoară (LWR) reprezintă acum o tehnologie matură. În consecință, pe termen scurt, noile proiecte de reactori aflate în dezvoltare reprezintă o evoluție a conceptelor existente, cu scopul de a îmbunătăți siguranța, economia operațională și flexibilitatea. Câteva proiecte îmbunătățite, ce vor fi probabil finalizate, pentru o dezvoltare comercială, prin sau după anul 2015, vor include:

- proiecte noi de reactori cu apă în fierbere (BWR), incluzând reactorii cu apă în fierbere avansați (ABWR), din care doi au fost construiți în Japonia, plus BWR 90+ și reactorul cu apă simplificat (SWR) 1000;
- reactorii cu apă presurizată avansați, ca AP600, deja aprobați de autoritățile reglementatoare în SUA, cu versiunea sa supradimensionată la 1.000 MWe aflată acum în examinare regulamentară, plus reactorul cu apă presurizată European (EPR) și reactorul internațional, reformator și sigur *(the International Reactor innovative and secure, IRIS);*
- proiectele de reactori răciți cu gaz, incluzând reactorul modular cu pat de mortar *(the Pebble Bed Modular Reactor, PBMR)* și reactorul modular cu heliu și turbină de gaz.

Pe termen lung, concentrarea se va face pe tehnologiile înnoitoare de energie nucleară și cicluri de combustibil. Conceptele aflate în studiu includ reactorii cu metal-lichid, reactorii de înaltă temperatură, reactorii ce folosesc thoriul ca și combustibil și tehnologiile de reciclare îmbunătățite, pentru o mai bună utilizare a resurselor de uraniu și thoriu. Aceste tehnologii avansate oferă promisiunea unei îmbunătățiri substanțiale a sprijinului pentru energia nucleară. De exemplu, reactorii rapizi de tip breeder pot, în principiu, să îmbunătățească de aproximativ 50 de ori eficiența utilizării resurselor de uraniu. În Tabelul 1 se prezintă efectul

progreselor tehnologice asupra disponibilității resurselor de combustibil.

Două proiecte internaționale importante, descrise mai jos, încearcă să realizeze progrese în sistemele de energie nucleară și ciclurile de combustibil.

Generation IV International Forum

Acest efort a început la finele anului 2000, ca o colaborare a guvernelor, industriei și comunității de cercetare interesate, într-o tentativă de a dezvolta și demonstra unul sau mai multe sisteme care ar putea fi desfășurate comercial prin anul 2030 („generația a 4-a" de sisteme nucleare). Obiectivul urmărit este acela de a face progrese față de sistemele existente, în domeniul economiei, securității și siguranței, susținerii (promovării), rezistenței la proliferare și protecției fizice. La începutul anului 2003, membrii grupului erau: Argentina, Brazilia, Canada, Franța, Japonia, Republica Coreea, Africa de Sud, Elveția, Marea Britanie și USA.

În octombrie 2002, au fost selectate șase concepte care să constituie obiectivul colaborării. Conceptele includ: un reactor rapid răcit cu sodiu, un reactor de temperatură foarte înaltă, un reactor supracritic răcit cu apă, un reactor rapid răcit cu gaz și un reactor cu săruri topite. Aproape fiecare dintre aceste concepte cuprind reciclarea combustibilului nuclear ars.

International Project on Innovative Nuclear Reactors and Fuel Cycles (INPRO)

Această colaborare internațională, inițiată și susținută de AIEA, a fost lansată în anul 2001, cu obiectivul statuat de a sprijini utilizarea unei tehnologii nucleare sigure, sustenabile, economice și rezistente la proliferare, pentru a face față necesităților globale de energie ale secolului XXI. La începutul anului 2002, membrii acestei inițiative au fost: Comisia Europeană, Argentina, Canada, China, Germania, India, Olanda, Federația Rusă, Spania, Elveția și Turcia.

Tratarea avansată a deșeurilor

O abordare relativ nouă care ar putea schimba natura deșeurilor ce necesită o depozitare geologică o constituie *partiționarea și transmutația (P&T)*. Acest proces se referă la transmutația radionuclizilor cu viață lungă, în nuclizi cu o viață mai scurtă, folosind în acest scop *captura neutronică* sau *fisiunea,* eliminând prin aceasta acele părți ale deșeurilor cu viață lungă care contribuie cel mai mult la generarea căldurii și radioactivității. Prin urmare, partiția și transmutarea prezintă o posibilitate potențială de reducere a timpului în care aceste deșeuri trebuie să fie menținute izolat, de la câteva mii, la câteva sute de ani, adică pentru perioade care intră în experiența umană, reducând astfel incertitudinile asociate performanțelor prezise ale depozitelor. Dar, operația de conversie a izotopilor cu viață lungă, pentru realizarea acestor scopuri, va necesita mai multe etape de P&T și un ciclu de combustibil cu reprocesare dezvoltat. Prin urmare, soluțiile necesare de găsit pe parcursul acestui drum par a necesita timp îndelungat.

Abordările P&T de până acum variază în funcție de practicile și politicile de ciclu de combustibil din fiecare țară, dar sunt suficient de similare pentru a încuraja colaborarea. Direcțiile principale ale cercetării sunt tehnologiile de separare avansată pentru înlăturarea produșilor de fisiune și elementele transuraniene din combustibilul ars și utilizarea, pentru operația de transmutare, a sistemelor de acceleratori și reactori.

Cercetări în acest domeniu se desfășoară în: Belgia, China, Franța, Italia, Rusia și USA. Eforturi de colaborare la scală redusă includ: Franța, Japonia, Republica Coreea, USA și Comisia Europeană.

Cercetarea și dezvoltarea în domeniul securității nucleare

Paralel cu cercetările și dezvoltările întreprinse pentru perfecționarea și modernizarea tehnologiilor nucleare, au fost permanent continuate și eforturile de susținere, la nivel național și internațional, a operabilității în condiții de siguranță a centralelor electronucleare. La nivel internațional, NEA gestionează un număr de proiecte de cercetare, de exemplu, *the Halden Reactor Project* în Norvegia. Acest proiect a fost în derulare timp de peste 40 de ani și este susținut de ~ 100 organizații din 20 de țări. Cercetările sunt efectuate,

Tabelul 1. Efectul progreselor tehnologice asupra resurselor de combustibil

Reactor/ciclu de combustibil	Ani de producere a electricității	
	Numai resurse de uraniu și thoriu	Total resurse de uraniu și thoriu
Ciclu de combustibil actual (LWR, fără reciclare)	326	8.350
Ciclu de combustibil cu reciclare (numai plutoniu, o reciclare)	366	9.410
Reactor cu apă ușoară și reactor rapid (combinat cu reciclare)	488	12.500
Reactor rapid pur, ciclu de combustibil cu reciclare	10.000	250.000
Ciclu de combustibil avansat cu thoriu/uraniu, cu reciclare	17.000	35.000

Sursă: Nuclear Fuel Resources: Enough to Last?, NEA News, No. 20.2 (2002)

printre altele, asupra combustibililor și materialelor, îmbunătățirea performanțelor centralei și securitatea operațională.

Alte cercetări și dezvoltări internaționale

Uniunea Europeană, prin Comisia Europeană și Centrul comun de cercetare *(the Joint Research Centre, JRC)*, sponsorizează și conduce numeroase proiecte de cercetare, în ajutorul programelor statelor membre. Cercetările legate de energia nucleară se derulează în 4 din cele 7 centre JRC. Astfel, *the Institute for Reference Materials and Measuremenets (IRMM)* de la Geel (Belgia) efectuează măsurători asupra interacțiunii neutronilor cu materialele, inclusiv măsurători de secțiuni eficace, de înaltă rezoluție. *The Institute for Transuranium Elements (ITU)* de la Karlsruhe, Germania, efectuează cercetări legate de imunoterapia-alfa, actinide, securitatea combustibilului nuclear, caracterizarea combustibilului ars, partiție și transmutare. *The Insitute of Energy (IE)* de la Petten, Olanda, efectuează cercetări legate de securitatea nucleară, dezvoltarea de sisteme noi de energie nucleară și medicină nucleară. În fine, *The Institute for the Protection and Security of the Citizen (IPSC),* de la Ispra, Italia, efectuează cercetări legate de neproliferare și garanții nucleare.

AIEA mai sponsorizează și alte cercetări și dezvoltări prin programul său: *„Co-ordinated Research Programme in nuclear energy, radioactive waste, waste technology and safeguards"*.

Concluzii

Energia nucleară reprezintă o sursă de energie, complexă din punct de vedere tehnic, care rămâne unică printre sursele de energie, ca urmare a unui număr mare de factori. În raport cu energia nucleară, în forma sa actuală, s-a arătat că:

- Energia nucleară este o sursă majoră de energie în lume, furnizând ~ 17 % din totalul electricității mondiale.
- Marea majoritate a reactorilor utilizează apa ordinară ca agent de răcire și moderator, uraniul ca și combustibil și un ciclu de combustibil deschis (fără reprocesarea combustibilului ars).
- Depozitarea deșeurilor cu un nivel scăzut de radioactivitate sau cu un nivel intermediar reprezintă o practică matură, dar depozitarea deșeurilor cu un nivel înalt de radioactivitate, încă nu s-a efectuat. Opoziția publicului reprezintă principala constrângere, deși au început să se facă progrese în implementarea soluțiilor.
- Pentru dezvoltarea energiei nucleare sunt esențiale nivele foarte înalte de securitate, deși un anumit grad de risc, rămâne.
- A fost dezvoltat un sistem eficient de protecție radiologică, bazat pe trei principii: justificare, optimizare și limitare.
- Centralele nuclearo-electrice existente sunt în general competitive din punct de vedere economic, chiar pe o piață instabilă, dar deciziile de a se construi noi unități, pot depinde de factori politici publici.
- Cadrul legislativ național și acordurile internaționale guvernează virtual toate aspectele legate de utilizarea energiei nucleare, indicând o mai largă implicare guvernamentală decât pentru alte surse de energie.
- Energia nucleară prezintă o serie de avantaje față de alte surse de energie, dintre care amintim: 1) generarea de electricitate se face fără emisii de carbon sau de alți agenți poluanți în atmosferă; 2) securitatea aprovizionării.
- Sunt urmărite consecvent progresele evolutive și revoluționare în tehnologie, care ar putea conduce la dezvoltarea de aplicații noi ale energiei nucleare și la îmbunătățirea performanțelor sistemelor de energie nucleară.

În lumina acestor caracteristici, energia nucleară se află, într-o oarecare măsură, la o răscruce la începutul celui de al doilea secol nuclear, deoarece este supusă unor analize minuțioase de către guverne, public și industrie. Factorii de decizie se confruntă cu dificultatea de a găsi modul de asigurare continuă a necesităților de energie la nivel global, reducând la minim impactul negativ al producției de energie asupra mediului. Ei trebuie să ia în considerație atitudinea publicului, costul și competitivitatea diferitelor surse de energie și obiectivele politicii publice, ca securitatea aprovizionării și neproliferarea. După modul cum vor fi rezolvate aceste tensiuni între diferiții factori conflictuali, se va putea defini, în ultimă instanță, extinderea aplicării energiei nucleare la scală mondială. Un rol semnificativ l-ar putea avea și rapiditatea cu care anumite progrese tehnologice ar putea fi aplicate.

În cazul în care nu se va putea argumenta satisfăcător rolul competitiv din punct de vedere al energiei nucleare, precum și siguranța acesteia și că există soluții acceptabile pentru gestionarea deșeurilor, atunci probabil își va pierde din importanță. Dar, dacă se va putea demonstra contrariul, este de așteptat la un puternic reviriment al acesteia în viitor.

Bibliografie:

1. Nuclear Energy Today, AEN OECD 2003
2. OECD Nuclear Energy Agency (*www.nea.fr*)
3. International Atomic Energy Agency (IAEA) (*www.iaea.org/worldatom*)
4. G. Văsaru: Elemente de energetică nucleară, Dacia, Cluj-Napoca, 2009

Dr. Gheorghe VĂSARU

Laureații Premiului Nobel 2014 pentru fizică

Isamu Akasaki

Hiroshi Amano

Shuji Nakamura

Premiul Nobel 2014 pentru fizică a fost câştigat de către Isamu Akasaki, Hiroshi Amano şi Shuji Nakamura pentru realizările lor privind LED-urile albastre.

Isamu Akasaki este cetățean japonez, născut în Chiran Japonia în 1929 şi lucrează la Meijo University şi Nagoya University. A absolvit Kyoto University în 1952 şi a obținut PhD în 1964 de la Nagoya University.

Hiroshi Amano este cetățean japonez, născut în Hamamatsu Japonia în 1960 şi lucrează la Nagoya University. El a obținut PhD în 1989 de la Nagoya University.

Shuji Nakamura este cetățean SUA, născut în Ikata Japonia în 1954 şi lucrează la University of California, Santa Barbara. El a absolvit University of Tokushima în 1977 cu diplomă în inginerie electronică şi a obținut gradul de Master pe acelaşi subiect doi ani mai târziu. Apoi a intrat la Nichita Corporation, o mică companie situată în Tokushima pe insula Shikoku. A obținut PhD în 1994 de la University of Tokushima.

Toți trei au primit premiul pentru "invenția diodelor emițătoare eficiente de lumină albastră, care au făcut posibilă existența surselor de lumină albă strălucitoare şi cu economie de energie". LED-urile, acum omniprezente, sunt utilizate într-un domeniu larg de aplicații de la televiziuni la sterilizatoare, şi nu conțin mercur toxic, care se găseşte în lămpile fluorescente. O sursă de lumină albă necesită LED-uri care furnizează lumină roşie, verde şi albastră. Primul LED roşu a fost realizat în anii 1950 şi cercetătorii au reuşit să creeze dispozitive care emit la lungimi de undă mai scurte, atingând verdele în anii 1960. În continuare, cercetătorii s-au străduit să creeze lumina albastră. Isamu Akasaki şi Hiroshi Amano lucrând la Nagoya University şi Shuji Nakamura lucrând la Nichita Corporation s-au concentrat asupra compusului de nitrură de galiu semiconductor (GaN) care era ideal pentru crearea LED-urilor albastre din cauză că avea o energie de bandă interzisă largă corespunzând luminii ultraviolete. Au existat multe provocări privind realizarea LED-urilor utilizabile bazate pe GaN. O problemă majoră a fost legată de modul în care se pot crea cristale de înaltă calitate de GaN cu proprietăți optice bune. Această problemă a fost rezolvată independent spre sfârşitul anilor 1980 şi anii de început 1990 de către Akasaki şi Amano şi, de asemenea, de către Nakamura. Ambele grupuri au utilizat tehnicile de epitaxie metalorganică în fază de vapori pentru a depune filme subțiri de cristale GaN de înaltă calitate pe substraturi. O altă provocare aparent insurmontabilă la care au fost nevoiți să-i facă față cercetătorii a fost modul în care să se dopeze GaN astfel încât să fie semiconductor de tip p, ceea ce este crucial pentru crearea unui LED. Akasaki şi Amano au observat că, atunci când GaN dopat cu zinc este plasat într-un microscop electronic, emite mult mai multă lumină. Efectul, explicat mai târziu de către Nakamura, a sugerat că iradierea cu electroni îmbunătățeşte doparea p. Pasul următor pentru ambele grupuri a fost să utilizeze GaN dopat p de înaltă calitate împreună

Laureații Premiului Nobel 2014 pentru chimie

Eric Betzig

Stefan Hell

William Moerner

Premiul Nobel 2014 pentru chimie a fost acordat lui Eric Betzig, Stefan Hell şi William Moerner pentru dezvoltarea tehnicilor de microscopie de super-rezoluție bazate pe fluorescența moleculelor.

Eric Betzig este cetățean SUA, născut în 1960 la Ann Arbor Michigan şi lucrează la Howard Hughes Medical Institute. După ce a obținut BS în fizică de la California Institute of Technology în 1983, a primit PhD de la Cornell University în 1988 pentru lucrarea asupra microscopiei optice de scanare în câmp apropiat. El s-a transferat apoi la Bell Labs din New Jersey, unde a continuat să lucreze la optica în câmp apropiat pentru aplicații în biologie şi stocarea datelor. În 1994 el a părăsit Bell Labs pentru a înființa o firmă de cercetare şi consultanță numită NSOM Enterprises, dar doi ani mai târziu a părăsit-o pentru a deveni vicepreşedinte al R&D în compania tatălui său de maşini-unelte, Ann Arbour Machine Company. În 2002 compania a dat faliment, astfel că el a găsit o altă firmă de consultanță, New Millennium Research. Trei ani mai târziu s-a întors în mediul academic, intrând la Howard Hughes Medical Institute din Ashburn, Virginia, unde în prezent este şeful HHMI's Janelia Farm Research Campus.

Stefan Hell este cetățean german, născut în 1962 la Arad, România şi lucrează la Max Planck Institute for Biophysical Chemistry din Göttingen. După ce a obținut Diploma de la University of Heidelberg, Germania, în 1987, a primit PhD de la aceeaşi universitate în 1990 pentru lucrarea privind imagistica microstructurilor transparente. În 1991 s-a mutat la European Molecular Biology Laboratory din Heidelberg şi doi ani mai târziu a devenit cercetător principal la University of Turku din Finlanda. În 1997, Hell s-a mutat la Max Planck Institute for Biophysical Chemistry in Göttingen, devenind unul dintre directori în 2002. El este, de asemenea, şeful unui departament la German Cancer Research Center din Heidelberg.

William Moerner este cetățean SUA, născut în 1953 la Pleasanton California şi lucrează la Stanford University. În 1975 a obținut diplome în fizică, matematică şi inginerie electrică de la Washington University din St. Louis şi în 1982 a primit PhD în fizică la Cornell Uni-

➲➲➲➲

➲➲➲➲

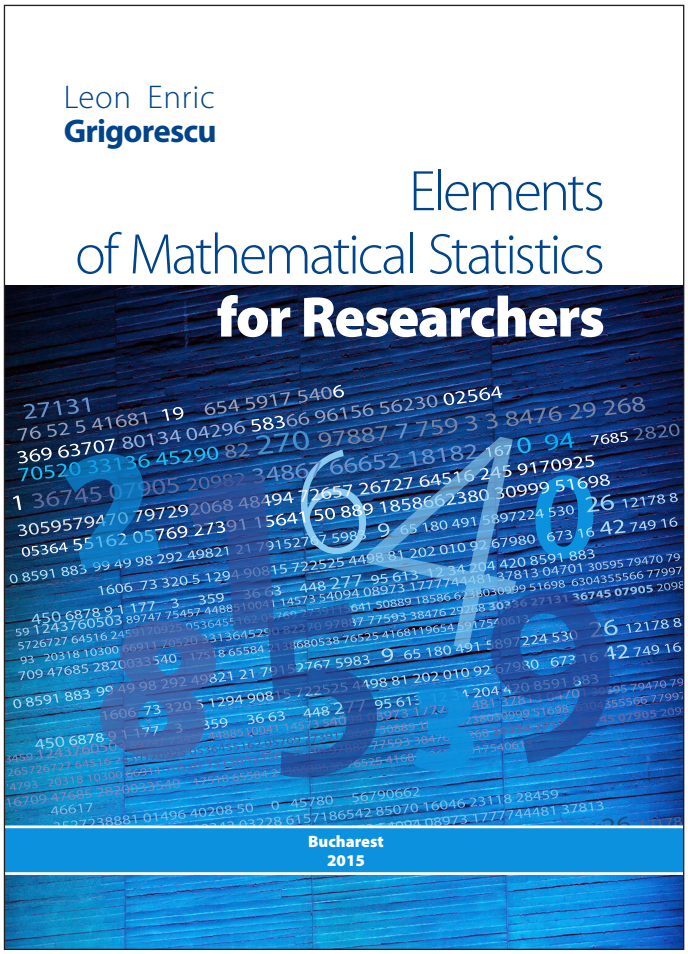
cu alți semiconductori bazați pe GaN în structuri de heterojoncțiune multistrat. Nakamura a fost apoi capabil să creeze primul LED albastru cu înaltă luminozitate în 1993. În prezent, LED-urile bazate pe GaN sunt utilizate la afişaje cu cristale lichide iluminate din spate (back-illuminated) în dispozitive care se întind de la telefoane mobile la ecrane TV. LED-urile care emit lumină albastră şi ultravioletă au fost, de asemenea, utilizate la DVD-uri, unde lungimea de undă mai scurtă a luminii permite densități mai mari de stocare a datelor. Privind în viitor, LED-urile care emit în UV ar putea fi utilizate pentru a crea sisteme de purificare a apei mai eficiente, deoarece lumina UV poate distruge microorganismele.

versity pentru lucrarea asupra dinamicii de relaxare vibrațională a rețelelor de halogenuri alcaline. După PhD el a lucrat la IBM Almaden Research Center in California ca cercetător și apoi ca director de proiect, înainte de a ajunge la University of California, San Diego în 1995. În 1998 s-a mutat cu întreg grupul său de cercetare la Stanford University.

Cei trei au primit premiul pentru depășirea a ceea ce părea a fi o barieră insurmontabilă la utilizarea microscoapelor pentru a observa trăsăturile din celulele biologice care sunt mai mici decât câteva sute de nanometri în diametru, așa-numita limită de difracție. Stefan Hell a ales o cale de abordare a rezolvării problemei, în timp ce Eric Betzig și William Moerner au ales o cale puțin mai diferită. Ambele tehnici includ, oricum, "etichetarea" unei molecule biologice relativ mare, de interes, cu molecule fluorescente mult mai mici care strălucesc scurt după ce sunt iluminate cu un puls de lumină laser.

Metoda lui Hell include aprinderea a două lasere pe probă. Unul (laserul de excitare) este reglat să determine moleculele să producă fluorescență, iar celălalt laser este reglat să suprime fluorescența. Ingeniozitatea constă în faptul că suprimarea luminii are o zonă întunecată în mijlocul fascicolului său, a cărei dimensiune este definită de limita de difracție. Lumina de excitare, pe de altă parte, iluminează un spot cu o dimensiune definită de limita de difracție. Efectul suprapunerii acestor două fascicole este emisia unei lumini fluorescente din zona centrală care este mai mică decât limita de difracție. Într-adevăr, dimensiunea zonei poate fi, în principiu, făcută arbitrar de mică prin ajustarea intensităților relative ale celor două lasere. Se obține o imagine prin scanarea locației zonei centrale de-a lungul probei.

Tehnica dezvoltată de către Betzig și Moerner include iluminarea probei cu un puls slab laser pentru a se asigura că numai o mică fracție a moleculelor fluorescente vor scânteia la un moment-dat. Această mică fracție înseamnă că este extrem de improbabil ca oricare dintre aceste molecule care scânteiază să fie separate prin distanțe mai mici decât limita de difracție. Fiecare moleculă va emite un număr de fotoni în timpul unei scânteieri și aceștia sunt detectați ca un vârf de intensitate care are o distribuție normală cu o lărgime care este limitată de limita de difracție. În orice caz, deoarece lumina este știut că vine de la o singură moleculă, locația moleculei poate fi determinată cu probabilitate mare, la centrul distribuției normale. În timp ce o imagine individuală arată doar locațiile câtorva molecule, repetarea procesului de mai multe ori permite crearea unei imagini compuse a tuturor moleculelor. ■



A apărut recent, editată în IFIN-HH, broșura de 136 pagini intitulată *Elements of Mathematical Statistics for Researchers*, de dr. Leon Enric Grigorescu.

Broșura reprezintă traducerea cu text îmbunătățit, a variantei în limba română editată anterior.

40 exemplare au fost distribuite gratuit la Conferința Comitetului Internațional de Metrologia Radionuclizilor, Viena, iunie 2015.

Autorul a primit deja aprecieri laudative de la beneficiarii broșurii.

Broșura reprezintă o introducere simplă, cu caracter didactic, a complicatei teorii a Statisticii Matematice aplicată la diferite măsurări.

Analog cu varianta în limba română, broșura va fi distribuită pe Platforma Măgurele și la importantele Biblioteci de Fizică din București și din țară.

Nou electrod pentru supercondensatori

Cercetători din India au dezvăluit realizarea unui nou tip de electrod care ar conduce la dezvoltarea unor supercondensatori mai eficienți și mai ușori. Electrodul are o nouă structură hibridă care este realizată din nanofire de fier și nichel și poate fi utilizat la creșterea capacitanței, densității de curent și ratei de încărcare/descărcare a marilor condensatori care stochează cantități mari de energie electrică. Detalii în *Journal of Applied Physics*.

Nanotuburi de aur distrug celule canceroase

Conform noilor experimente ale cercetătorilor de la University of Leeds din Regatul Unit, nanotuburi de aur ar putea fi utilizate împreună cu lumina din infraroșul apropiat pentru a distruge celule canceroase. Nanoparticulele tubulare ar putea fi, de asemenea, utilizate ca vehicule de trimitere a medicamentelor și ca nanoprobe pentru imagistica medicală de înaltă rezoluție. Toate celulele vii pot fi distruse prin încălzirea lor. Acest lucru poate fi în mod particular folositor pentru omorârea celulelor canceroase care sunt rezistente la chimioterapie. Într-adevăr, ablațiunea de radiofrecvență și ultrasunetul focalizat de înaltă intensitate constituie o utilizare de rutină pentru încălzirea și distrugerea tumorilor.

Doturi cuantice de grafen despică perechile Cooper

Fizicieni din Finlanda (Aalto University) și Rusia (Landau Institute for Theoretical Physics, Moscow) au construit un nou dispozitiv în care "perechile Cooper" de electroni, supraconductoare au fost despicate pentru a crea perechi corelate cuantic (*entangled)* de electroni. Dispozitivul utilizează două doturi cuantice realizate din grafen. Deși alte tipuri de doturi cuantice au fost utilizate în același scop, cea mai recentă cercetare sugerează că doturile cuantice de grafen ar da naștere unor perechi de electroni corelate cuantic care ar putea fi utilizați în calculatoarele cuantice. Corelarea cuantică este un fenomen cuanto-mecanic în care proprietățile particulelor fundamentale sunt corelate astfel încât efectuarea unei măsurători asupra unei particule poate afecta instantaneu o altă particulă, aflată chiar la distanțe foarte mari. În principiu, un calculator cuantic poate utiliza această conecțiune pentru a efectua calcule mult mai rapid decât un calculator convențional. Deși practic, calculatoarele cuantice încă nu există, unele proiecte potențiale includ utilizarea unui moment unghiular intrinsec, sau ***spin***, al electronilor ca biți cuantici (qubiți) de informație care pot fi corelați cuantic. Supraconductorii sunt o sursă simplă de electroni corelați cuantic, deoarece perechile Cooper ce permit acestor materiale să conducă electricitate cu puțină sau chiar deloc rezistență sunt de fapt perechi corelate cuantic de electroni cu spin opus. Mai multe informații în *Physical Review Letters*.

Structuri de fractali observate pe celule canceroase în formare

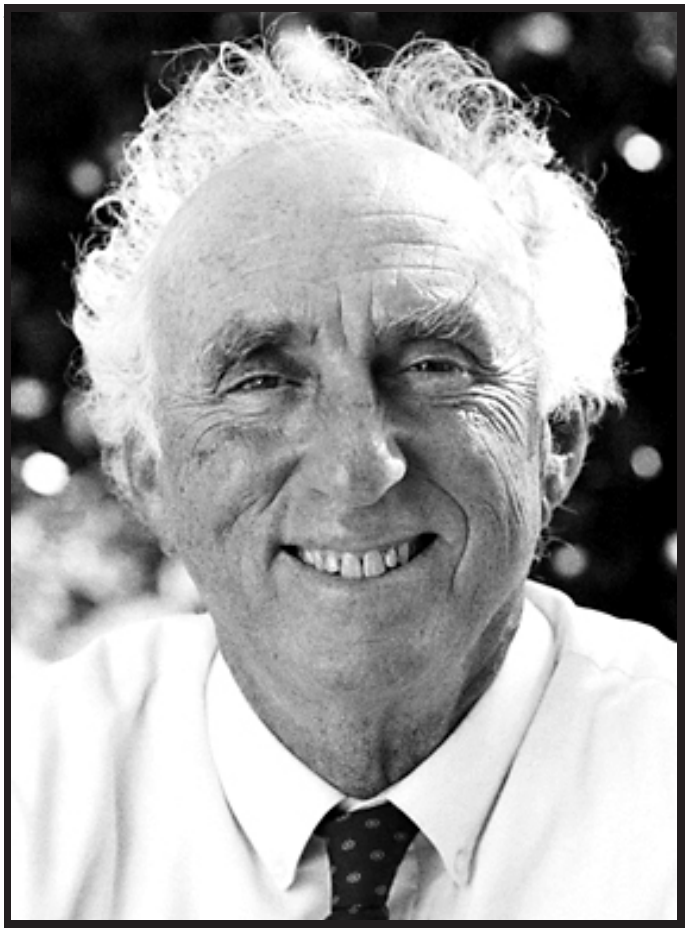
Oameni de știință din SUA au observat pentru prima dată structuri de fractali care apar când celule umane sănătoase devin canceroase. Utilizând un microscop de forță atomică, Igor Sokolov și colegii de la Tufts University și Clarkson University au văzut structurile în timp ce studiau suprafețele celulelor epiteliale cervicale la rezoluția scării nanometrice. Rezultatul ne-ar putea oferi o înțelegere mai bună a modului în care suprafața celulelor afectează progresul unor cancere, care ar conduce la noi strategii de luptă împotriva bolii. Deși originea majorității cancerelor este încă un mister, unii oameni de știință cred că aceste boli sunt legate de procese complexe în viața celulelor, devenind neechilibrate, care ar conduce la o comportare haotică. Într-adevăr, semne ale haosului au fost observate în studiile biochimice și fizice a țesutului canceros, cu structura câtorva țesuturi canceroase, de exemplu, având proprietăți de fractal asociate cu sistemele haotice. Structuri de fractal n-au fost niciodată observate înainte pe suprafețele unor celule canceroase singulare. Noua observație ar putea fi semnificativă din cauză că oamenii de știință știu deja că suprafața unei celule canceroase joacă un rol important în metastază. Detalii în *New Journal of Physics*.

Apa între straturi de grafen

Realizarea unui sandviș de apă între două straturi de grafen are ca efect înghețarea la temperatura camerei sub forma de cristale de gheață patratice 2D, în locul rețelei cristaline hexagonale normale. Descoperirea a fost făcută de cercetători din Regatul Unit, Germania și China. Această fază a gheței ar putea exista și în alte câteva nanostructuri, cum ar fi nanotuburile de carbon și ar putea contribui la explicarea întrebării de ce apa se mișcă într-un mod neobișnuit în aceste materiale, un rezultat care ar avea implicații la dezvoltarea mai eficientă a tehnologiilor de filtrare, desalinizare și distilare. Noile filme de gheață descoperite, care au mai puțin de 1 nm grosime, au o simetrie complet diferită decât cea a gheței normale, care are structură hexagonală. Detalii în revista *Nature*.

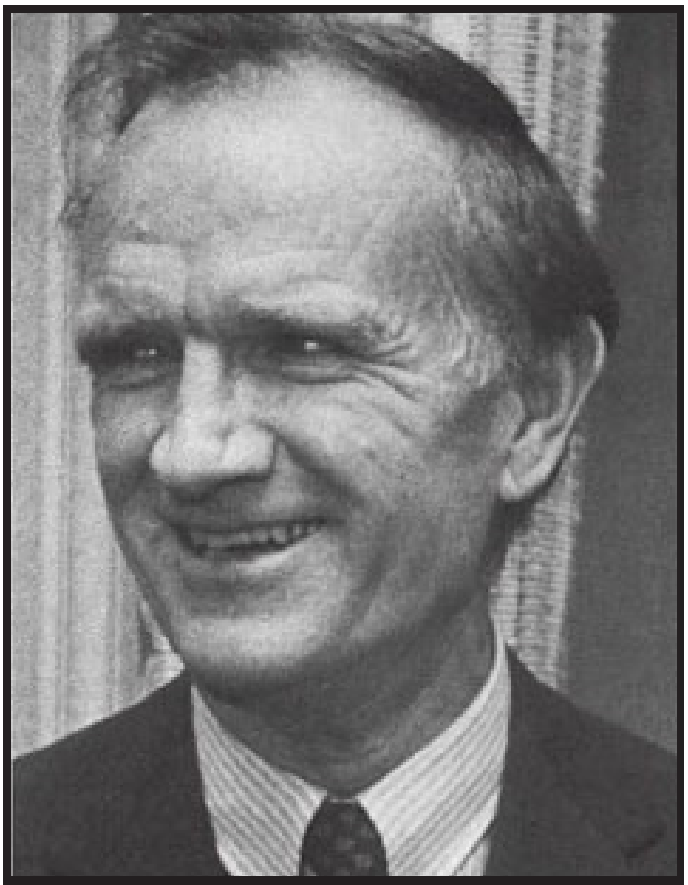
O nouă informație privind fuziunea

Matthew Gomez și colegii de la Sandia National Laboratories din SUA au descoperit o nouă cale de a „zdrobi" cantități infime de materie în speranța ca într-o zi fuziunea nucleară să fie exploatată pentru generarea energiei. Cercetătorii au utilizat un câmp magnetic enorm produs de către Lab's Z Pulsed Power Facility (numit „mașina-Z") împreună cu un câmp secundar și un puls laser foarte scurt pentru a imploda un tub de combustibil de deuteriu. Acest lucru a determinat creșterea temperaturii combustibilului la circa 35 milioane de grade și a produs o mulțime de neutroni – o dovadă clară a fuziunii. Tehnica este o nouă răsucire a confinării inerțiale, care utilizează fascicole laser extrem de puternice pentru a comprima capsule minuscule ce conțin izotopii hidrogenului, deuteriu și tritiu. Aceasta creează „spoturi fierbinți" de 100 milioane de grade în care nucleele de deuteriu și tritiu fuzionează, eliberând o mare cantitate de energie. ■



Martin Lewis Perl (1927-2014)

La sfârşitul anului 2014 a murit fizicianul american Martin Perl la vârsta de 87 de ani. Perl a avut o contribuţie esenţială la desoperirea leptonului tau, o particulă elementară similară cu electronul, dar mai grea de 3477 de ori. El a împărţit Premiul Nobel pentru Fizică în 1995 cu Frederick Reines, care a descoperit neutrino, pentru „contribuţii experimentale de pionerat la fizica leptonilor". Născut în New York City la 24 iunie 1927, Perl s-a instruit iniţial ca inginer chimic, la Brooklyn Polytechnic Institute unde a absolvit în 1948. Iniţial, după absolvire, s-a angajat la General Electric unde a făcut parte din secţia de producere a tuburilor electronice vidate. La un moment dat, interesul lui Perl s-a orientat către fizică şi a început să urmeze cursurile de fizică la Union College din New York. În 1955 Perl a obţinut PhD în fizică la Columbia University, lucrând sub îndrumarea laureatului Nobel în fizică, Israel Isaac Rabi. Teza lui Perl a aplicat tehnica de rezonanţă magnetică nucleară a lui Rabi la măsurarea momentului de cuadrupol nuclear al sodiului. După obţinerea doctoratului, Perl s-a orientat spre fizica particulelor, îndreptându-se spre University of Michigan, unde a utilizat camerele cu bule pentru a studia împrăştierea pionilor pe nucleoni. În 1963, Perl a început să lucreze la Stanford Linear Accelerator Center şi aici a pus bazele lucrării din 1970 care a dus la câştigarea Premiului Nobel.



Val Logsdon Fitch (1923-2015)

Val Fitch, fizician american, care a cîştigat Premiul Nobel pentru Fizică în 1980, împreună cu James Cronin, a murit pe 5 februarie 2015 la vîrsta de 91 de ani. Val Fitch şi James Cronin au primit premiul pentru descoperirea din 1964 conform căreia particulele subatomice numite mezoni K violează o lege fundamentală din fizică cunoscută ca simetria CP, permiţând fizicienilor să facă o distincţie absolută între materie şi antimaterie. Trei dintre cele mai importante operaţii de simetrie din fizică sunt: conjugarea sarcinii, C, în care particulele sunt înlocuite prin antiparticulele lor; inversia de paritate, P, în care toate cele trei coordonate spaţiale sunt inversate, şi inversarea timpului, T. În experimentele realizate pe Alternating Gradient Synchrotron de la Brookhaven National Laboratory în 1964, Val Fitch şi James Cronin au arătat că dezintegrarea mezonilor K a violat legea de conservare generală pentru interacţiunile slabe cunoscută ca simetria CP. Premiul Nobel a fost acordat lui Val Fitch şi James Cronin "pentru desoperirea violării principiilor fundamentale de simetrie în dezintegrarea mezonilor K neutri".

Val Fitch s-a născut la 10 martie 1923 şi a lucrat ca tehnician la proiectul Manhattan al bombei atomice la Los Alamos New Mexico, în timpul celui de al Doilea Război Mondial. În 1948 a absolvit McGill University cu specialitatea inginerie electrică, iar în 1954 a obţinut PhD la Columbia University. În timpul doctoratului, Val Fitch a proiectat şi construit un experiment pentru a măsura razele gama emise de către atomi în care un electron este înlocuit cu un muon. După obţinerea doctoratului, Val Fitch s-a mutat la Princeton University, unde a rămas pentru tot restul carierei sale. A fost preşedinte al American Physical Society între 1986 şi 1989.

Charles Hard Townes (1915-2015)

Fizicianul american Charles Townes, care a câştigat Premiul Nobel pentru Fizică în 1964 pentru lucrarea care a condus la dezvoltarea laserului, a murit la 27 ianuarie 2015 în Oakland, California, la vârsta de 99 de ani. Charles Townes a jucat un rol important în cursa pentru realizarea primului laser prin dezvoltarea predecesorului său, maserul, care a putut produce şi amplifica radiaţia electromagnetică în regiunea de microunde a spectrului.

Charles Townes s-a născut la 28 iulie 1915 în Greenville, South Carolina. La vârsta de 19 ani a absolvit Furman University din Greenville cu diplome în fizică şi limbi moderne. După ce şi-a completat Masterul în fizică la Duke University, a mers să-şi pregătească PhD pe separarea izotopilor la California Institute of Technology. După obţinerea PhD în 1939, Townes a lucrat la Bell Labs din New Jersey până în 1947, înainte de a pleca la Columbia University, unde a servit şi ca director la Columbia Radiation Laboratory din 1950 până în 1952. În 1959 Townes a servit ca vicepreşedinte şi director de cercetare la Institute for Defense Analyses din Washington DC, o organizaţie non-profit care făcea recomandări guvernului SUA. După doi ani s-a întors în mediul academic, luând o funcţie la Massachusetts Institute of Technology înainte de a trece la University of California Berkeley în 1967 unde şi-a petrecut restul carierei sale.

Lucrarea cheie a lui Townes a început în timp ce era la Columbia University în anii de început 1950, când a propus un dispozitiv ce ar produce unde electromagnetice coerente prin amplificarea de către emisia stimulată. El a creat termenul "microwave amplification by stimulated emission of radiation" sau maser, deşi Townes n-a fost singurul care a avut ideea. Independent, şi în acelaşi timp, Nikolay Basov şi Alexander Prokhorov de la Lebedev Physical Institute al Russian Academy of Sciences şi Joseph Weber de la Catholic University of America lucraseră, de asemenea, pe un cadru teoretic având în spate maser-ul. Dar în 1954 Townes şi grupul său au fost cei care au pus în practică teoria, realizând dispozitivul prin utilizarea unui flux de molecule de amoniac stimulate pentru a produce amplificarea microundelor la o frecvenţă de circa 24 GHz. În plus, în decembrie 1958, Townes şi cumnatul său, Arthur Schawlow, care era atunci la Bell Labs din New Jersey au fost cei care au descris modul în care conceptul de maser ar putea fi extins în regim optic, pentru a realiza primul "infrared and optical maser", cu alte cuvinte, laser-ul. Cei doi au fost în principal interesaţi în dezvoltarea laser-ului pentru studii spectroscopice astfel că au încercat să construiască un dispozitiv continuu, mai degrabă decât pulsat. Puţin înainte de 1960, fizicianul şi inginerul Theodore Maiman de la Hughes Research Laboratories a condus construirea primului laser lucrativ prin generarea pulsurilor de lumină coerentă de la o lampă de dimensiunea degetului, de rubin, iluminată de un flash.

Premiul Nobel pentru Fizică din 1964 a fost câştigat de Basov, Prokhorov şi Townes pentru "fundamental work in the field of quantum electronics, which has led to the construction of oscillators and amplifiers based on maser-laser principle". Townes a luat jumătate din premiu, cealaltă jumătate revenind lui Basov şi Prokhorov.

Twisted light cu ajutorul ultrasunetelor

Cercetători din Regatul Unit au realizat un nou mod de a crea și ghida fascicole de twisted light. Grupul de cercetători a utilizat un aranjament cilindric cu difuzoare de ultrasunete pentru a crea un model de unde de densitate într-un fluid prin care trece un fascicol laser. Sistemul creează fascicole Bessel răsucite care pot fi reconfigurate cu o frecvență de circa 150 kHz și se speră utilizarea într-un larg domeniu de aplicații incluzând pensete optice, transmitere de date cu viteză mare și corecție de aberație pentru microscoape. Twisted light se referă la un fascicol cu un front de undă ce se rotește în jurul direcției de propagare cu o mișcare de tirbușon și prin urmare transportă moment unghiular orbital. Fascicolele Bessel constituie un tip de twisted light care au fost create în laborator utilizând lentile speciale și au fost folosite la pensetele optice. O trăsătură importantă a fascicolelor Bessel o constituie faptul că ele nu suferă deviație în cursul propagării, ceea ce le face foarte potrivite pentru pensete optice. Detalii în *Optics Express*.

Physics Web

Rubrică îngrijită de Mircea Morariu

Materie întunecată în inima Căii Lactee

Un grup internațional de astronomi (Brazilia, Suedia și Olanda) a găsit cea mai bună dovadă că nucleul interior al Căii Lactee conține o cantitate semnificativă de materie întunecată. Rezultatul confirmă credința de mult timp acceptată că centrul Căii Lactee este bogat în materie întunecată, exact la fel ca și regiunile exterioare. În timp ce cercetătorii au evitat deliberat utilizarea unor modele specifice ale materiei întunecate în analiza lor, ei sunt încrezători că alte studii ale nucleului galaxiei ar putea ajuta să identifice care dintre modele sunt cele mai viabile. Oamenii de știință au presupus existența materiei întunecate din faptul că galaxiile, asemenea Căii Lactee, se rotesc mai repede decât ar fi de așteptat, dacă ele ar fi fost ținute împreună doar prin forțele gravitaționale dintre materia vizibilă cum ar fi gazul, praful și stelele. În timp ce este evident că atracția gravitațională a materiei întunecate invizibile ține galaxiile împreună, s-a dovedit foarte dificil de măsurat distribuția materiei întunecate în miezul Căii Lactee. Acest lucru se datorează faptului că distribuția și dinamica complicate ale materiei convenționale în miez face foarte delicat pentru astronomi să lucreze exact acolo unde ar putea exista materia întunecată. În noua lor cercetare, Fabio Locco de la ICTP South American for Fundamental Physics in São Paolo și colegii din Suedia și Olanda au combinat datele de la diferite observații recente ale Căii Lactee și le-au comparat cu prezicerile teoretice a modului în care se estimează cât de repede se poate roti miezul. Detalii în *Nature Physics*.

Explozii la baza plăcilor tectonice

Un grup internațional de cercetători a obținut imagini ale unui strat subțire, de vâscozitate joasă la baza unei plăci tectonice la o adâncime de 100 km sub North Island, Noua Zeelandă. Utilizând explozii de adâncime cu dinamită, imagistica seismică de înaltă rezoluție, care a relevat în prealabil informație necunoscută despre ce se întâmplă sub plăcile tectonice, poate ajuta la explicarea modului în care plăcile tectonice sunt capabile să alunece. În timp ce mișcarea plăcilor tectonice de-a curmezișul suprafeței Pământului a fost mult studiată, unele trăsături care stau la baza procesului nu sunt înțelese, lăsând multe întrebări fără răspuns. Astfel, este esențială dezvoltarea unei înțelegeri îmbunătățite a graniței litosferă - astenosferă. Abordări anterioare la studiul la aceste adâncimi s-au bazat pe înregistrarea undelor seismice, având ca sursă cutremurele de pământ îndepărtate, care s-au reflectat de la graniță spre suprafață. Pe măsură ce undele se propagă, ele se despică în unde longitudinale și transversale, care se propagă cu diferite viteze. Timpii relativi de sosire relevă adâncimea granițelor reflectante, în timp ce aspectul formelor de undă convertite oferă informație asupra fiecărei clarități de graniță. Cu o lungime de undă de 10 ÷ 40 km, astfel de unde oferă doar imagistică de joasă rezoluție. Detalii în *Nature*.

Un nou mod de răcire a obiectelor mari

Un grup de fizicieni din Germania și Rusia a realizat o nouă tehnică de răcire a obiectelor mari cu lumină laser. Făcând uz în mod ingenios de zgomotul dintr-o cavitate optică, cu încălzirea normală a unui obiect, tehnica ar putea conduce la dezvoltarea unor "coarde optice stabile" care ar amplifica sensibilitatea detectoarelor de unde gravitaționale. Ar putea fi, de asemenea, utilizată la crearea oscilatorilor cuanto-mecanici mari pentru studierea proprietăților cuantice ale obiectelor macroscopice sau pentru a crea componente pentru calculatoarele cuantice. Fizicienii dețin deja metode de răcire a oglinzilor mici prin plasarea lor într-o cavitate optică care conține lumină laser. Când oglinda este caldă, ea vibrează, creând o serie de "benzi laterale" (sidebands) ce rezonează cu lumina la o anumită frecvență. Prima bandă laterală cea mai coborâtă are o frecvență egală cu diferența dintre frecvența de rezonanță a cavității și frecvența vibrațională a oglinzii. Astfel, când un foton la acea frecvență intră în cavitate, el poate fi absorbit și reemis cu o extra cuantă de energie vibrațională. Ca rezultat al acestui proces de cuplare dispersiv oglinda se răcește din cauză că energia din ea este anulată. Cuplajul dispersiv lucrează cel mai bine când lărgimea de bandă a cavității este mult mai mică decât frecvența vibrațională a oglinzii. Acest lucru este posibil pentru oglinzi relativ mici cu frecvențe vibraționale de sute de kHz, cavitățile optice cu lărgimi de bandă suficient de înguste nefiind disponibile. Detalii în *Physical Review Letters*.

Un nou tip de nanoparticulă pentru medicină

Un grup de cercetare internațional a raportat descoperirea unui nou tip de nanoparticulă care ar permite pacienților să li se obțină imagini în șase moduri diferite cu doar o injecție a unui agent de contrast. Dacă va intra în uzul clinic, tehnologia ar putea oferi doctorilor abilitatea de a combina particularitățile puternice ale unui număr de tehnici imagistice, furnizând un tablou general mai clar al organelor și țesutului pacientului. Nanoparticulele, cu un diametru mediu de 74 nm, cuprind un miez înconjurat de un înveliș de porfirin-fosfolipid. Fiecare parte are proprietăți ce facilitează diferite moduri de imagistică. O componentă a miezului are o fluorescență albastră când este expusă la lumină în infraroșu apropiat, permițând obținerea de imagini cu potențial pentru penetrarea țesutului în adâncime. În plus, componenta cu yterbiu în miez, care este densă

în electroni, permite detecția prin scanare CT. Învelișul exterior de porfirin-fosfolipid are proprietăți biofotonice care-l face potrivit pentru utilizare atât a imagisticii fluorescente, cât și fotoacustice. În același timp, afinitatea cuprului la învelișul de porfirin permite nanoparticulelor să fie ușor învelite în cupru-64 radioactiv pentru imagistica PET sau luminiscență Cerenkov. Detalii în *Advanced Materials*.

Materie întunecată în Soare ?

Conform celei mai recente lucrări a unui grup internațional de cercetători, discrepanțele neexplicate între modelele matematice ale Soarelui și observațiile astronomice ar putea fi rezolvate prin prezența materiei întunecate în Soare. Modelul grupului, care privește materia ca o interacțiune specifică, dependentă de moment cu materia normală, explică datele observate mult mai bine decât cele mai convenționale modele asupra materiei întunecate. Cercetătorii consideră că particulele postulate de către ei ar putea fi văzute, potențial, fie direct prin detectoare, fie în acceleratoarele de particule. În ultimii ani, oamenii de știință au redus în estimările lor proporția elementelor mai grele decât hidrogenul și heliul în Soare. Aceste noi estimări, bazate pe reinterpretarea datelor spectroscopice, creează o problemă. Când s-a apelat la modele matematice convenționale ale structurii solare, ele creează multiple conflicte cu valorile diferitelor cantități care sunt măsurate prin observarea schimbărilor periodice a dimensiunii Soarelui cauzate de undele de presiune acustice. Acest studiu al structurii interne a Soarelui cu ajutorul undelor acustice este cunoscut ca helioseismologie. Pentru a rezolva aceste discrepanțe, cercetătorii caută noi modalități pentru a explica cum ajunge căldura la suprafața Soarelui din miezul său. O posibilitate constă în aceea că Soarele ar putea conține materie întunecată pe care o captează la trecerea prin haloul galactic. O astfel de materie ar putea transporta căldura de la miez la straturile mai reci exterioare ale Soarelui. Detalii în *Physical Review Letters*.

Spectrul unui quasar și constantele universale

Un grup de astronomi, conduși de către Julija Bagdonaite de la VU University of Amsterdam, utilizând datele adunate de European Southern Observatory's Very Large Telescope din Chile, studiind spectrul unui quasar îndepărtat, a descoperit că raportul între masa protonului și cea a electronului este constantă, valoarea sa de acum 12,4 miliarde de ani fiind identică cu valoarea din ziua de azi, cu o precizie de 10^{-6}. Studiul este crucial dacă fizicienii au de testat teoriile care stau în spatele Modelului Standard, precum și asupra naturii misterioase a energiei întunecate, care accelerează expansiunea Universului. Rezultatele fac aluzie la faptul că energia întunecată, dacă există, a rămas neschimbată de la primele momente ale formării Universului. Grupul a făcut uz de lumina de la un quasar, o galaxie îndepărtată alimentată de o gaură neagră supermasivă luminoasă și enorm de energetică, strălucind printr-o galaxie din prim plan. În acest caz galaxia din prim plan ea însăși existând de 12,4 miliarde ani, la o deplasare spre roșu de 4,22, când Universul avea de-abia a 10-a parte din vârsta sa curentă, în timp ce quasarul, la o deplasare spre roșu de 4,42 este chiar mai îndepărtat. Hidrogenul molecular din galaxia din prim plan absoarbe lumina quasarului, astfel că este posibil să se detecteze tranzițiile de energie specifice mulțumită trăsăturilor lor spectrale recunoscute. Dacă valoarea raportului masei μ ar fi diferită, ar avea loc o deplasare a nivelelor tranzițiilor energetice în hidrogen. Detalii în *Physical Review Letters*.

Efectul de seră monitorizat în timp real

Oameni de știință din SUA au realizat prima măsurătoare directă a creșterii efectului de seră cauzată de creșterea nivelurilor de dioxid de carbon în atmosferă. Observațiile lor bazate pe măsurători la nivelul solului au fost efectuate pe o perioadă de 11 ani în două locații diferite, Oklahoma și Alaska, și arată că emisiile de infraroșii provenite de la dioxidul de carbon au crescut în acest interval de timp în concordanță cu prezicerile teoretice pentru schimbarea climatică cauzată de om. Studiul lor include, de asemenea, prima observare directă a coborârii anuale mari a încălzirii de seră care are loc primăvara, când există o creștere accentuată în absorbția dioxidului de carbon de către plante. O cantitate mare din lumina din infraroșu apropiat, vizibilă și ultravioletă de la Soare trece direct prin atmosferă și încălzește suprafața Pământului. Suprafața încălzită emite lumină infraroșie care este absorbită de către dioxidul de carbon și alte gaze din atmosferă, înainte de a fi reemisă în alte direcții. O cantitate însemnată din această emisie este descendentă, făcând suprafața Pământului mai caldă, decât dacă n-ar fi existat atmosferă. Intensitatea acestui efect de seră este cuantificată în termenii "forțării radiative", prin diferența dintre rata la care energia solară este absorbită de către Pământ și rata la care este radiată înapoi în spațiu. Detalii în *Nature*.

Un nou tip de tranziție de fază

Fizicieni din Elveția au ajuns la concluzia că filamente de plasmă create de un fascicol laser de mare putere se aseamănă cu un tip similar de tranziție de fază, atunci când are loc pătrunderea unui lichid printr-un material poros. Ei au studiat imagini de filament în laborator și afirmă că descoperirea lor ar putea îmbunătăți înțelegerea noastră asupra tranzițiilor de fază în general. Cercetarea ar putea conduce, de asemenea, la filamente de plasmă care să fie utilizate pentru diverse descărcări luminoase și pentru însămânțarea norilor. Filamentele sunt fulgerări strălucitoare de lumină de câțiva microni lățime și până la câțiva metri lungime, care sunt create

atunci când un fascicol laser ionizează aerul prin care trece. Detalii în *Physical Review Letters*.

2015 – Anul Internațional al Luminii

Fizicienii din întreaga lume s-au pregătit pentru Anul Internațional al Luminii și Tehnologiile bazate pe Lumină și au organizat ceremonia oficială de deschidere la cartierul general al UNESCO din Paris, între 19 și 20 ianuarie 2015, unde au participat în jur de 1500 de delegați și care au inclus și reprezentanți de la ONU și UNESCO, precum și laureații Nobel, Zhores Alferov, Steven Chu, Serge Haroche și William Phillips. Cu scopul de a analiza modul în care lumina și tehnologiile bazate pe lumină și-au pus amprenta pe fiecare aspect din viața noastră, Anul Internațional al Luminii și Tehnologiile bazate pe Lumină va include mai mult de 100 de parteneri din 85 de țări, incluzând Institutul de Fizică (IOP), care publică Physics World. ONU a declarat Anii Internaționali din 1959 pentru a atrage atenția asupra subiectelor considerate a fi de importanță mondială. În ultimii ani a existat un număr de teme de succes bazate pe știință, care a inclus fizica (2005), astronomia (2009), chimia (2011) și cristalografia (2014), iar ideea pentru celebrarea luminii a fost inițiată de către Societatea Europeană de Fizică în 2009.

Efectul cuantic al cutiilor

Doi fizicieni, Alastair Rae și Ted Forgan de la Universitatea din Birmingham, Regatul Unit, au venit cu o altă completare a „efectului cuantic al cutiilor", aparent paradoxal, care afirmă că, dacă trei particule cuantice sunt distribuite în două locații (cutii sau sertare), anumite măsurători vor releva că există numai câte o particulă în fiecare locație. Cercetătorii au calculat că efectele de interferență cuantică pot face să pară că fiecare locație conține numai o particulă, deși în realitate două particule ar putea fi prezente. În orice caz, ei atrag atenția că măsurarea efectului în laborator ar putea fi o sarcină extraordinar de dificilă. Efectul cuantic al cutiilor a fost introdus în 2014 de către Yakir Aharonov și Jeff Tollaksen de la Universitatea Chapman din SUA, împreună cu colegi din Italia și Regatul Unit. El este o extensie a principiului clasic al cutiilor (principiul Dirichlet), care afirmă că, dacă **n** obiecte sunt plasate în **n-1** locații diferite (cutii sau sertare), cel puțin o locație va conține mai mult de un obiect. Grupul argumentează că în fizica cuantică, efectuând o secvență specială de măsurători pe trei particule cuantice care au trecut prin două cutii echivalente va releva aparent că două particule n-au fost în aceeași cutie.

O nouă tehnică de creare a structurilor 3D din 2D

Cercetători din SUA, China și Coreea de Sud au realizat o nouă tehnică, numită ranforsare prin comprimare, pentru crearea de obiecte cu structuri 3D din figuri 2D simple. Metoda poate fi utilizată pentru crearea de obiecte cu trăsături de dimensiunea a 100 nm, care sunt de ajutor la dezvoltarea de noi tehnologii pentru medicină, stocarea energiei și chiar rețele electronice asemenea creierului. Abilitatea de a produce structuri 3D precise la scară micrometrică sau nanometrică devine extrem de importantă prin dezvoltarea unui șir de noi tehnologii, deși numărul tehnicilor, în mod curent accesibile, este limitat. O opțiune constă în extinderea metodelor existente de fabricare a structurilor la scară nanometrică 2D (sau 3D extrem de subțiri) așa cum sunt cipurile pentru calculatoare pentru a permite crearea obiectelor 3D adevărate.

Măsurarea curburii gravitației

Fizicieni din Italia și Olanda au măsurat pentru prima dată curbura unui câmp gravitațional pe o distanță de circa 1 m, studiind nori de atomi ultrareci care interferează unul cu altul în prezența unor mase mari, din apropiere. Măsurătoarea ar putea fi utilizată pentru realizarea unor hărți mai exacte ale câmpului gravitațional al Pământului, căutarea țițeiului și o șansă pentru un nou mod de măsurare a constantei gravitaționale a lui Newton. Interferometria atomică a fost aplicată de mai bine de 10 ani pentru a studia gravitația, ideea de bază fiind de a aprinde serii de pulsuri laser ascendente și descendente la un nor de atomi ultrareci dintr-o coloană verticală vidată. Laserele despică atomii în doi nori care merg ascendent cu diferite viteze și astfel ajung la înălțimi diferite după un timp oarecare. Supuși mecanicii cuantice, atomii se comportă ca unde, astfel că cei doi nori devin ușor defazați ca rezultat a două parcursuri diferite. Utilizând alte pulsuri laser, norii sunt siliți să se recombine într-un punct oarecare al coloanei, cu interferență între atomi revelând o diferență de fază între nori. Această deplasare de fază este legată de câmpul gravitațional la care sunt supuși atomii, care poate fi calculat.

Doturi cuantice pure

Cercetători de la University of Texas at San Antonio și Northeastern University din SUA au realizat un proces ușor și ieftin de producere a doturilor de seleniu pur prin simpla utilizare a unui fascicol laser pe pulbere de seleniu amestecată într-o sticlă de apă. În plus, față de alte tehnici, procesul lor nu include substanțe chimice potențial toxice. Nanostructurile de înaltă calitate ar putea fi utilizate în două aplicații foarte diferite: ca agenți antibacteriali și cu rol de captatoare de lumină în celulele solare. Doturile cuantice sunt piese mici de semiconductor, cum ar fi seleniu, cu dimensiuni de zeci de nanometri în lățime. Dimensiunea unui dot cuantic dictează modul în care electronii și găurile lor purtători de sarcină interacționează cu lumina. Rezultă că ele sunt de mare inters pentru cercetători care încearcă să dezvolte tehnologii fotonice și în special celule solare. O

provocare o constituie creșterea doturilor cuantice pure și de aceeași dimensiune.

Tectite create în laborator

Cercetători din Regatul Unit au creat pentru prima dată în laborator modele de rocă solidă de tectite sub formă de picătură, tectitele fiind mici bucăți de sticlă naturală care s-au format atunci când asteroizii și cometele au lovit Pământul. Utilizând levitația magnetică pentru a produce o stare de imponderabilitate, grupul a creat propriile modele de rocă de tectite care apar într-o varietate de forme, de la sfere și forme asemenea halterelor alungite la formațiuni sub formă de gogoașă. Geologii s-au străduit de mult timp să înțeleagă exact în ce mod și când se formează tectitele, dar până în prezent formele de tectite au fost derivate doar din simulări numerice. Noua tehnică experimentală arată, pentru prima dată, că modelele sunt într-adevăr corecte. Când un asteroid sau o cometă izbește cu violență Pământul, este creată o cantitate mare, foarte fierbinte de material de impact și roca topită este ejectată de la suprafața Pământului. Picături mici din acest lichid se răsucesc și se răcesc pentru a forma o sticlă naturală înainte de a cădea înapoi pe suprafața planetei. Tectitele sunt găsite mai ales în Australia, Asia de Sud-Est, Europa Centrală, America de Nord și Coasta de Fildeș, în zonele asociate cu impacturile extraterestre. Detalii în *Scientific Reports*.

Pulsuri laser scurte prin fibră optică

Un grup internațional de fizicieni (Austria, Franța, Germania, Regatul Unit și Rusia) a dezvăluit un mod simplu și eficient de a crea pulsuri laser de infraroșii ultrascurte. Tehnica reduce lungimea unui puls prin simpla lui trecere printr-o fibră de sticlă goală, special structurată umplută cu un gaz nobil. Cercetătorii afirmă că noua metodă ar constitui o facilitate pentru laboratoare pentru a produce pulsuri în vederea studierii reacțiilor chimice cu scale de timp extrem de scurte, de ordinul attosecundei (10^{-18}s). Detalii în *Nature Communications*.

Elementul supergreu 117

Elementul supergreu Z = 117 ar putea fi, în fine, pregătit pentru a fi adăugat tabelului periodic. O colaborare internațională a produs patru atomi ai acestui element greu de sesizat, care a fost pentru prima dată descoperit în 2010 la Dubna. Proprietățile de dezintegrare măsurate ale acestor atomi corespund datelor anterioare, ceea ce este un argument solid pentru recunoașterea oficială a elementului 117 drept un nou element împreună cu elementele sale din lanțul de dezintegrare 115 și 113. În cursul procesului, cercetătorii au descoperit, de asemenea, un nou izotop Lawrenciu-266. (Cercetarea este publicată în *Phys. Rev. Lett.*)

Tehnologie hibridă pentru electronică 2D

Cercetători din SUA au dezvoltat o nouă tehnologie care este compatibilă CMOS (Complementary-Metal-Oxid-Semiconductor) și integrează materiale 2D într-un singur dispozitiv electronic. Grupul a construit circuite electronice la scară mare bazate pe heterostructuri de grafen și molibden-sulfură. Procesul de fabricare ar putea fi extins la dezvoltarea unor heterostructuri asemănătoare din orice tip de material stratificat 2D, cu aplicații potențiale în electronica flexibilă și transparentă, senzori, tranzistori cu efect de câmp de tunelare și tranzistori cu mobilitate înalt electronică. Materialele 2D prezintă un enorm interes în laboratoarele din toată lumea, deoarece au proprietăți electronice și mecanice dramatic diferite față de duplicatele lor 3D. Cele mai cunoscute materiale 2D sunt grafenul și „dicalcogenidele" metalelor de tranziție. Astfel de materiale au formula chimică MX_2, unde M este un metal de tranziție (cum ar fi molibden sau wolfram) și X este un „calcogen (cum ar fi sulf, seleniu sau telur). (Lucrarea este publicată în *Nano Letters*)

Rezistența grafenului

Cercetători din SUA au ajuns la concluzia că foițele de grafen sunt de 8 până la 10 ori mai bune decât oțelul atunci când absorb impacturile microgloanțelor supersonice. Ei au tras cu mici sfere de siliciu pe materialul de carbon şi au comparat energia cinetică a sferelor înainte şi după ce ele au penetrat foițele. Rezultatul duce la concluzia că grafenul ar putea fi ideal pentru confecționarea vestelor antiglonț, printre alte multe aplicații, iar tehnica utilizată în aceste experimente ar putea fi utilizată pentru a testa rezistența şi a altor nanomateriale.

Cavitate fotonică cu defecte în diamant

Impuritățile azot - vacanță în diamant au proprietăți optice și electronice care le fac ideale pentru dezvoltarea tehnologiilor cuantice, incluzând calculatoarele cuantice și senzorii cuantici. Crearea azot - vacanță cu precizie la scară nanometrică s-a demostrat a fi dificilă și a constituit o barieră pentru realizarea dispozitivelor practice. De curând, fizicieni din SUA și Australia au dezvoltat o nouă tehnică pentru realizarea centrilor de azot - vacanță în locații precise în interiorul cavităților optice mici și de înaltă calitate. Impuritățile atomice, sau defectele, în diamantul natural dau naștere la nuanțe roz, albastre sau galbene, văzute adesea în pietrele prețioase. Un astfel de defect include doi atomi de carbon adiacenți în rețeaua de diamant fiind înlocuiți de către un atom de azot și un loc de rețea gol (sau vacanță). Când este iluminat cu o lumină laser de o anumită culoare, centrul azot - vacanță emite lumină de o altă culoare. Intensitatea acestei lumini depinde de spinul electronului din azot - vacanță. O proprietate importantă a centrului azot - vacanță este aceea că spinul este ecranat de ambianța înconjurătoare și deci poate fi utilizat pentru a stoca și procesa informația cuantică. Detalii în *Applied Physics Letters*.

Cuasiparticulele Majorana şi lanţurile magnetice

Fizicieni din SUA au dezvăluit cea mai puternică dovadă că pot fi găsite cuasiparticulele Majorana ascunse în câteva solide. Grupul a utilizat un microscop de tunelare cu împrăştiere pentru a localiza cuasiparticule Majorana la capetele lanţurilor de fier magnetic aşezate pe suprafaţa unui semiconductor de plumb. Cuasiparticulele Majorana au proprietăţi speciale care le-ar putea face ideale pentru utilizarea în calculatoarele cuantice şi această descoperire recentă ar putea conduce la dispozitive practice care fac uz de cuasiparticule. Prima prezicere a fizicianului italian Ettore Majorana în 1937 a constat în faptul că fermionul Majorana are sarcina zero şi este antiparticula sa proprie. Spre deosebire de fermionii convenţionali cum sunt electronii, care se supun statisticii Fermi-Dirac, fermionul Majorana se supune statisticii „ne-Abeliene". Acest lucru înseamnă că informaţia cuantică codată în particule ar putea fi foarte rezistentă la decoerenţă. Decoerenţa este calvarul fizicienilor care încearcă să dezvolte calculatoare cuantice practice şi deci dispozitivele bazate pe fermionii Majorana ar putea fi utilizate în sistemele de informare cuantică viitoare.

Materiale 2D transferate cu uşurinţă

Prinderea unui material 2D de mici dimensiuni şi plasarea lui cu precizie pe un substrat nu este o operaţie uşor de realizat. Datorită cercetătorilor de la *Kavli Institute of Nanoscience* din Olanda această operaţie a devenit uşor de realizat, prin descoperirea primei tehnici complet uscate pentru transferarea materialelor 2D de tipul grafen sau sulfat de molibden. Ei afirmă că noua tehnică este rapidă, eficientă şi curată. Tehnica este mult mai simplă decât tehnicile tradiţionale de transfer umede, dar ar putea fi, de asemenea, utilizată la fabricarea structurilor 2D liber suspendate, deoarece probele nu sunt supuse la nici un fel de forţe de capilaritate în timpul procesului.

Spini electronici şi nucleari ordonaţi în fire cuantice

Un grup internaţional de fizicieni a realizat formarea spontană a unei stări ordonate la temperaturi foarte joase a spinilor nucleari şi electronici într-un fir cuantic (fir care obligă electronii la o mişcare într-o singură direcţie). Grupul, studiind conductanţa firelor cuantice de galiu-arseniu, a descoperit că la temperatura de 0,1K şi mai jos, conductanţa firelor scade sub valoarea universal cuantificată. Această cuantificare redusă este explicată utilizând modelul teoretic care propune ca spinii nucleari şi electronici să se autoordoneze într-o formaţie elicoidală la aceste temperaturi.

Controlul proprietăţilor electronice ale grafenului

Un nou mod de a modifica proprietăţile electronice ale grafenului a fost descoperit de către un grup condus de Andre Geim şi Kostya Novoselov de la *Universitatea Manchester*. Fizicienii au arătat că atunci când grafenul este crescut pe un substrat hexagonal, o mică schimbare în structura sa cristalină rezultă într-o bandă interzisă deschisă în benzile energetice electronice ale materialului. Ei au mai descoperit că grafenul care creşte în acest mod poate exista într-o structură alternativă în care banda interzisă este mult mai îngustă. Rezultatul ar putea constitui un nou mod incitant de control al proprietăţilor electronice ale dispozitivelor bazate pe grafen. Cercetarea este descrisă în *Nature Physics*.

La închiderea ediţiei CdF numărul 79 (iunie 2015) – numărul de faţă – are data de închidere a ediţiei la 26 iunie 2015. Numărul anterior, 78 (decembrie 2014), a fost tipărit între 11 şi 12 decembrie 2014. Pachetele cu revista au fost trimise difuzorilor voluntari ai FHH şi SRF pe data de 16 decembrie 2014.
Numărul următor este programat pentru luna noiembrie 2015.

EDITURA HORIA HULUBEI ***Editură nonprofit încorporată Fundaţiei Horia Hulubei.***
Fundaţia Horia Hulubei este organizaţie neguvernamentală, nonprofit şi nonadvocacy,
înfiinţată în 4 septembrie 1992 şi persoană juridică din 14 martie 1994. Codul fiscal 9164783 din 17 februarie 1997.
Cont la BANCPOST, sucursala Măgurele, nr. RO20BPOS70903295827ROL01 în lei,
nr. RO84BPOS70903295827EUR01 în EURO şi nr. RO31BPOS70903295827USD01 în USD.

Contribuţiile băneşti şi donaţiile pot fi trimise prin mandat poştal pentru BANCPOST la contul menţionat, cu precizarea titularului: Fundaţia Horia Hulubei.

CURIERUL DE FIZICĂ ISSN 1221-7794

Comitetul director: Redactorul şef al CdF şi Secretarul general al Societăţii Române de Fizică
Membri fondatori: Suzana Holan, Fazakas Antal Bela, Mircea Oncescu
Redacţia: Dan Radu Grigore – redactor şef, Mircea Morariu, Corina Anca Simion
Macheta grafică şi tehnoredactarea: Adrian Socolov, Bogdan Popovici
Au mai făcut parte din Redacţie: Sanda Enescu, Marius Bârsan
Imprimat la IFIN-HH
Apare de la 15 iunie 1990, cu 2 sau 3 numere pe an.
Adresa redacţiei: Curierul de Fizică, C.P. MG-6, 077125 Bucureşti-Măgurele.
Tel. 021 404 2300 interior 3416. Fax 021 423 2311, **E-mail:** grigore@theory.nipne.ro
INTERNET: **www.fhh.org.ro**
Distribuirea de către redacţia CdF cu ajutorul unei reţele de difuzori voluntari ai FHH, SRF şi SRRp.
La solicitare se trimite gratuit bibliotecilor unităţilor de cercetare şi învăţământ cu inventarul principal în domeniile ştiinţelor exacte.
Datorită donaţiei de 2% din impozitul pe venit, **contribuţia bănească pentru un exemplar este 1 leu.**